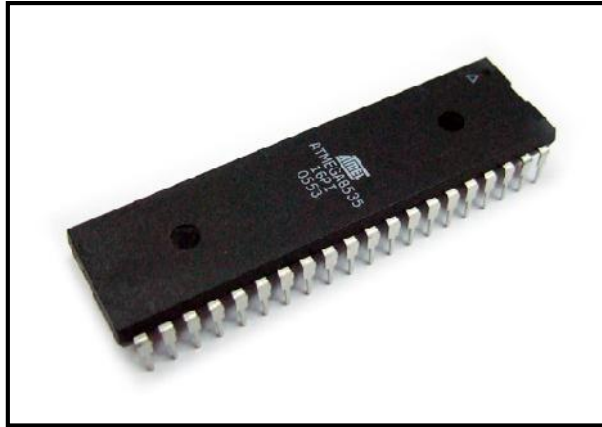


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler AVR



Gambar 2.1 Mikrokontroler ATmega8535

(<http://www.duniaelektronika.net/>)

AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS51 yang berarsitektur CISC (*Complex Instruction Set Computing*) yang membutuhkan 12 siklus clock. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial USART, *programmable Watchdog Timer*, serta mode *power saving*. Beberapa diantaranya mempunyai ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

AVR dikelompokkan kedalam 4 kelas, yaitu ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan keluarga AT86RFxx. Dari kesemua kelas yang membedakan satu sama lain adalah ukuran *on-board memory*, *on-board peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan mereka bisa dikatakan hampir sama.

2.1.1 Mikrokontroler AVR ATmega8535

ATmega8535 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus clock, ATmega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses. Bentuk fisik mikrokontroler ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 2.1. ADC ATmega8535 dapat dikonfigurasi dalam mode operasinya, baik secara *single ended* input maupun *differential* input. Selain itu, ADC ATmega8535 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi dan kemampuan filter derau yang amat fleksibel, sehingga dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan ADC itu sendiri.

ATmega8535 memiliki 3 modul *timer* yang terdiri dari 2 buah *timer/counter* 8 bit dan 1 buah *timer/counter* 16 bit. Ketiga modul *timer/counter* ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain. Selain itu, semua *timer/counter* juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing-masing *timer/counter* ini memiliki register tertentu yang digunakan untuk mengatur mode dan cara kerjanya.

SPI (*Serial Peripheral Interface*) merupakan salah satu mode komunikasi serial *synchronous* kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATmega8535. USART (*Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter*) juga merupakan salah satu mode komunikasi serial yang dimiliki oleh ATmega8535. USART merupakan komunikasi yang memiliki fleksibilitas tinggi, yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC yang memiliki fitur UART.

USART memungkinkan transmisi data baik secara *synchronous* maupun *asynchronous*, sehingga dengan memiliki USART pasti kompatibel dengan UART. Pada ATmega8535, secara umum pengaturan mode *synchronous* maupun *asynchronous* adalah sama. Perbedaananya hanyalah terletak pada sumber clock saja. Jika pada mode *asynchronous* masing-masing peripheral memiliki sumber clock sendiri, maka pada mode *synchronous* hanya ada satu sumber clock yang digunakan

secara bersama-sama. Dengan demikian, secara hardware untuk mode *asynchronous* hanya membutuhkan 2 pin yaitu TXD dan RXD, sedangkan untuk mode *synchronous* membutuhkan 3 pin yaitu TXD, RXD dan XCK.

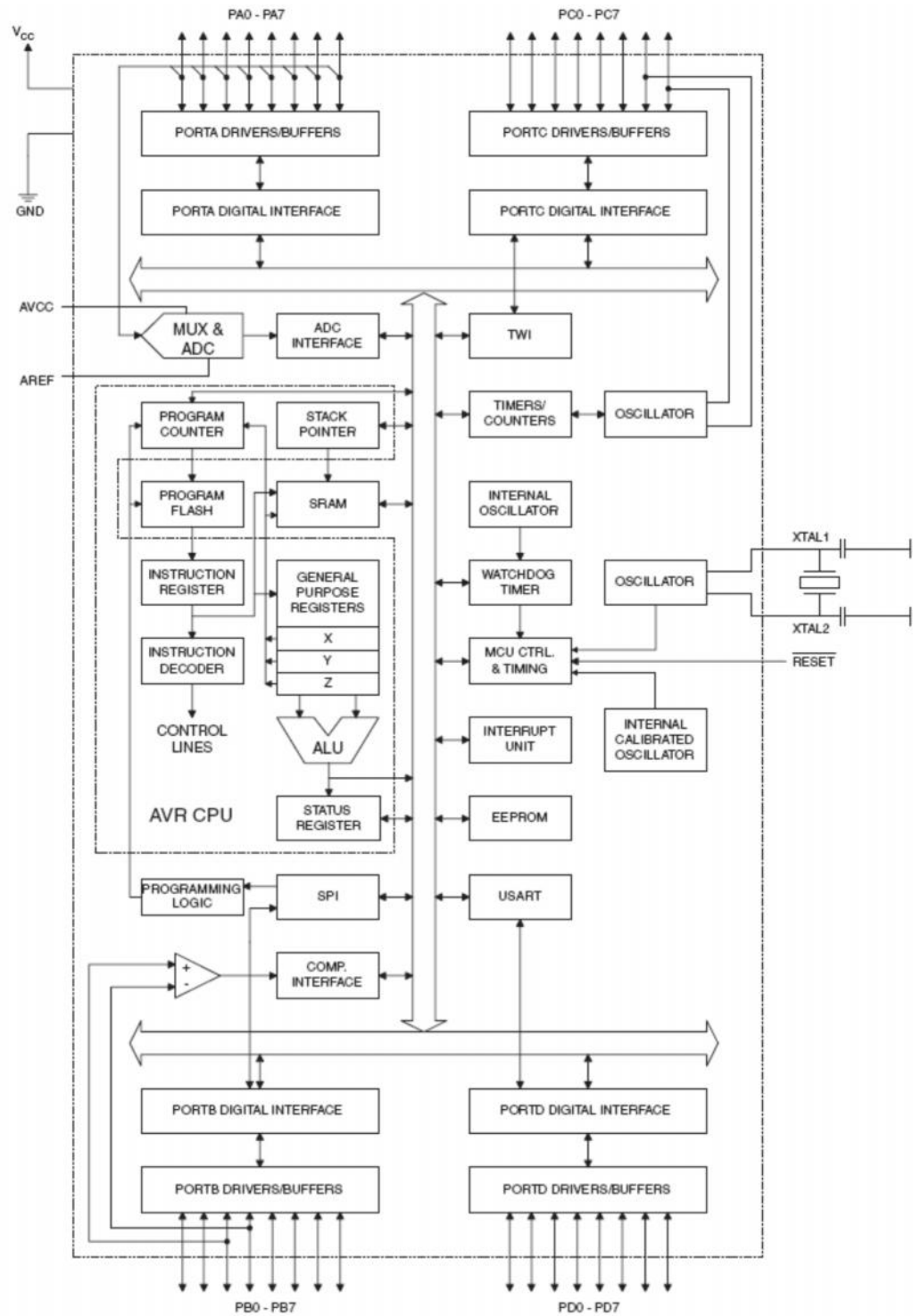
Fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega8535 adalah sebagai berikut:

1. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
3. ADC internal 10 bit sebanyak 8 saluran.
4. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
5. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
6. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
7. *Memory Flash* sebesar 8 Kb dengan kemampuan *Read While Write*.
8. SRAM sebesar 512 byte.
9. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
10. Unit interupsi internal dan eksternal.
11. Port komunikasi serial USART dengan kecepatan maksimal 2.5 Mbps.
12. Port antarmuka SPI.
13. Port antarmuka komparator analog.
14. Mode *Sleep/Power saving* untuk penghematan penggunaan daya listrik.
15. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah (2,7Vdc - 5,5 Vdc).

2.1.2 Arsitektur Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega 8535 merupakan keluarga dari mikrokontroler AVR sehingga fitur dasar dari AVR dimiliki oleh ATmega 8535 yaitu berbasis arsitektur RISC 8 bit. AVR menjalankan sebuah instruksi tunggal dalam satu siklus clock dan memiliki struktur I/O yang cukup lengkap sehingga penggunaan komponen eksternal dapat dikurangi. Mikrokontroler AVR didesain menggunakan arsitektur *Harvard*, dimana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data.

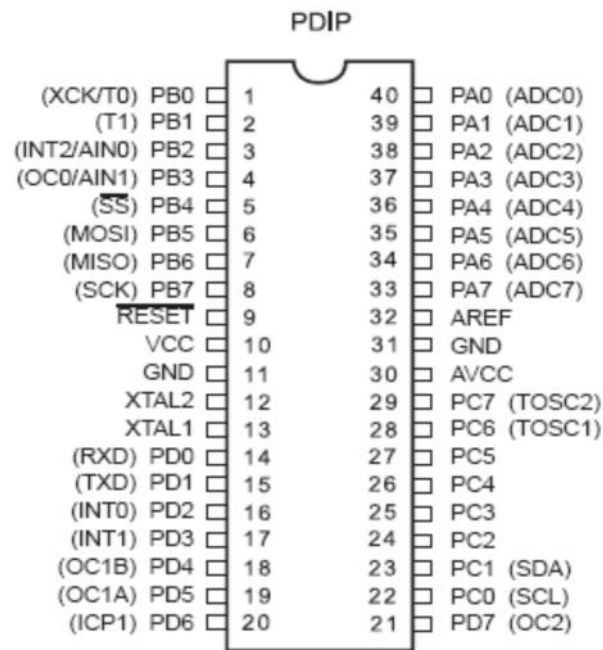
Memori program diakses dengan *single-level pipelining*, dimana ketika sebuah instruksi dijalankan, instruksi lain berikutnya akan di-*prefetch* dari memori program.



Gambar 2.2 Arsitektur Mikrokontroler ATmega8535

(Datasheet ATmega8535)

2.1.3 Konfigurasi Pin ATmega8535



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATmega8535

(Datasheet ATmega8535)

Konfigurasi pin ATmega8535 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual In-line Package*). Dari Gambar 2.3 di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega8535 sebagai berikut:

- VCC
Merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catudaya (*power supply*) 5Vdc.
- GND
Merupakan pin *Ground* yang berfungsi menetralkan arus.
- Port A (PA0...PA7)

Merupakan pin I/O 8-bit *bidirectional* (memiliki dua fungsi) dan pin input analog ke ADC. Pin pada PortA dapat menyediakan resistor *pull-up* internal (dipilih untuk setiap bit).

- Port B (PB0...PB7)

Merupakan pin I/O 8-bit *bidirectional* (memiliki dua fungsi) dengan resistor *pull-up* internal (dipilih untuk setiap bit) dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI (*Serial Peripheral Interface*).

- Port C (PC0...PC7)

Merupakan pin I/O 8-bit *bidirectional* (memiliki dua fungsi) dengan resistor *pull-up internal* (dipilih untuk setiap bit) dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog dan *Timer Oscillator*.

- Port D (PD0...PD7)

Merupakan pin I/O 8-bit *bidirectional* (memiliki dua fungsi) dengan resistor *pull-up internal* (dipilih untuk setiap bit) dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, *interrupteksternal* dan komunikasi serial.

- RESET

Merupakan pin yang digunakan untuk meng-*clear*/mengembalikan semua register I/O ke nilai awalnya.

- XTAL1 (penguat osilator/pengaman)

Merupakan pin input penguat osilator *inverting* dan input pada rangkaian operasi *clock* internal.

- XTAL2 (penguat osilator/pengaman)

Merupakan pin output dari penguat osilator *inverting*.

- AVCC

Merupakan pin input untuk tegangan ADC.

- AREF

Merupakan pin input untuk tegangan referensi ADC.

2.1.4 Fungsi Alternatif Port ATmega8535

Selain berfungsi sebagai port I/O *bidirectional* 8-bit, masing-masing port ATmega8535 memiliki fungsi lain, yaitu sebagai berikut:

- Fungsi Alternatif Port A (PA0...PA7)

Pin	Keterangan
PA0	ADC0 (ADC <i>Input</i> Pin0)
PA1	ADC1 (ADC <i>Input</i> Pin1)
PA2	ADC2 (ADC <i>Input</i> Pin2)
PA3	ADC3 (ADC <i>Input</i> Pin3)
PA4	ADC4 (ADC <i>Input</i> Pin4)
PA5	ADC5 (ADC <i>Input</i> Pin5)
PA6	ADC6 (ADC <i>Input</i> Pin6)
PA7	ADC7 (ADC <i>Input</i> Pin7)

Tabel 2.1 Fungsi Alternatif Port A

- Fungsi Alternatif Port B (PB0...PB7)

Pin	Keterangan
PB0	T0 (<i>Timer/Counter0 External Counter Input</i>)
	XCK (<i>USART External Clock Input/Output</i>)
PB1	T1 (<i>Timer/Counter1 External Counter Input</i>)
PB2	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>)
	INT2 (<i>External Interrupt2 Input</i>)

PB3	OC0/AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>) OCC (<i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i>)
PB4	\overline{SS} (<i>SPI Slave Select Input</i>)
PB5	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/Slave Input</i>)
PB6	MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>)
PB7	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)

Tabel 2.2 Fungsi Alternatif Port B

- Fungsi Alternatif Port C (PC0...PC7)

Pin	Keterangan
PC0	SCL (<i>Two-Wire Serial Bus Clock Line</i>)
PC1	SDA (<i>Two-Wire Serial Bus Data Input/Output Line</i>)
PC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator Pin 1</i>)
PC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator Pin 2</i>)

Tabel 2.3 Fungsi Alternatif Port C

- Fungsi Alternatif Port D (PD0...PD7)

Pin	Keterangan
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interrupt0 Input</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt1 Input</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i>)

PD6	ICP1 (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)
PD7	OC2 (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match Output</i>)

Tabel 2.4 Fungsi Alternatif Port D

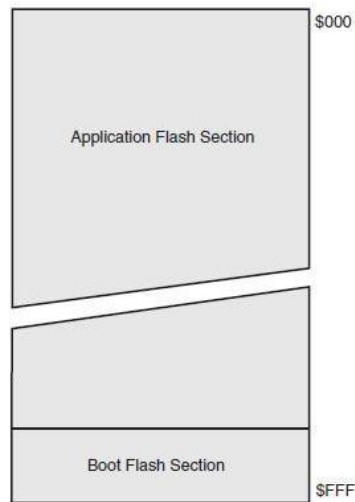
2.1.5 Peta Memori ATmega8535

ATmega8535 memiliki dua jenis memori yaitu *Program Memory* dan *Data Memory* ditambah satu fitur tambahan yaitu *EEPROM Memory* untuk penyimpanan data.

1) *Program Memory*

ATMega8535 memiliki *On-Chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program dengan kapasitas *program memory* sebesar 8Kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h - 0FFFh dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 16 bit. Untuk alasan keamanan, program memory dibagi menjadi dua bagian yaitu *Boot Flash Section* dan *Application Flash Section*. Peta *program memory* dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Boot Flash Section digunakan untuk menyimpan program *Boot Loader*, yaitu program yang harus dijalankan pada saat AVR reset atau pertamakali diaktifkan. *Application Flash Section* digunakan untuk menyimpan program aplikasi yang dibuat user. AVR tidak dapat menjalankan program aplikasi ini sebelum menjalankan program *Boot Loader*. Besarnya memori *Boot Flash Section* dapat diprogram dari 128 word sampai 1024 word tergantung setting pada konfigurasi bit di register BOOTSZ. Jika *Boot Loader* diproteksi, maka program pada *Application Flash Section* juga sudah aman.



Gambar 2.4 Peta Program Memory

(http://www.google.com/peta_program_memory_atmega8535)

2) Data Memory

Gambar 2.5 menunjukkan peta memori SRAM pada ATmega8535. Terdapat 608 lokasi address *data memory* 96 lokasi address digunakan untuk Register File dan I/O Memory sementara 512 lokasi address lainnya digunakan untuk internal data SRAM. Register File terdiri dari 32 *general purpose working register*, I/O register terdiri dari 64 register.

Register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN dan OUT).

3) EEPROM Memory

ATmega8535 memiliki EEPROM 8-bit sebesar 512 byte untuk menyimpan data. Lokasinya terpisah dengan sistem alamat register, data register dan kontrol register yang dibuat khusus untuk EEPROM. Alamat EEPROM dimulai dari \$000 sampai \$1FF.

2.2 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindranya adalah zat padat, zat cair dan butiran. Sensor ultrasonik dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler melalui satu pin I/O.

Sensor ultrasonik pada umumnya digunakan untuk menentukan jarak sebuah objek. Sensor ultrasonik mempunyai kemampuan mendeteksi objek lebih jauh terutama untuk benda-benda yang keras. Pada benda-benda yang keras yang mempunyai permukaan yang kasar gelombang ini akan dipantulkan lebih kuat dari pada benda yang permukaannya lunak. Tidak seperti pada sensor-sensor lain seperti inframerah atau sensor Leser. Sensor ultrasonik ini memiliki jangkauan deteksi yang relative luas. Sehingga dengan demikian untuk jarak deteksi yang didapat tanpa menggunakan pengolahan lanjutan.

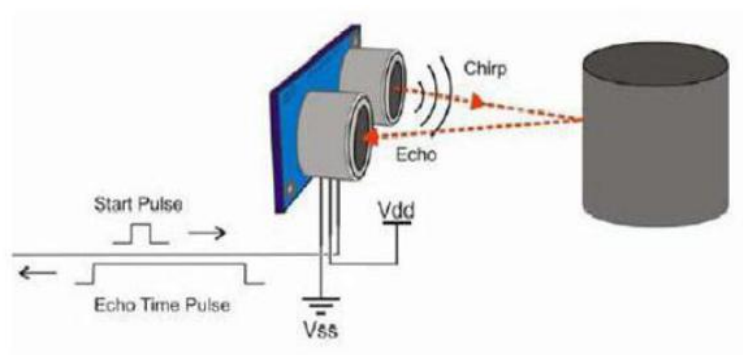
Pada perancangan alat ini digunakan sebuah sensor untuk membantu proses pembacaan level air pada tangki air sekitarnya antara lain sensor Ultrasonik. Adapun jenis sensor yang dipakai pada rancang bangun alat ini adalah sensor jarak ultrasonik SRF04.

2.2.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Frekuensi kerja sensor ultrasonik pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz – 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak – balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*. Kontraksi yang terjadi

diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak – balik dengan frekuensi yang sama. Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima.

Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.

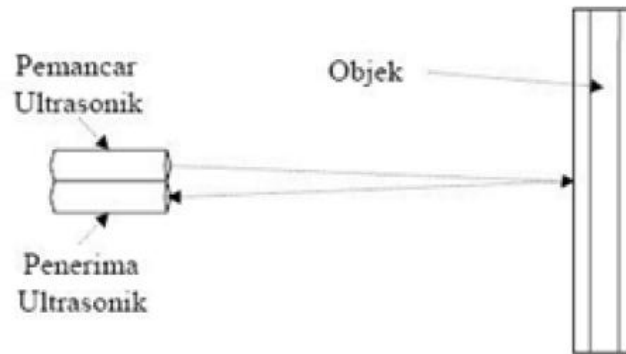


Gambar 2.5 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

(Oktarima, 2013 hal:10)

Proses sensing yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim (Tx) sampai diterima oleh rangkaian penerima (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan

didepannya. Prinsip pantulan dari sensor ultrasonik ini dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.6 Prinsip Pemantulan Sensor Ultrasonik

(Oktarima, 2013 hal:10)

1.2.2 Sensor Ultrasonik SRF04



Gambar 2.7 Sensor Ultrasonik SRF04

([http://www.google.com/sensor ultrasonik srf04](http://www.google.com/sensor%20ultrasonik%20srf04))

SRF04 adalah sensor non-kontak pengukur jarak menggunakan ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan persamaan:

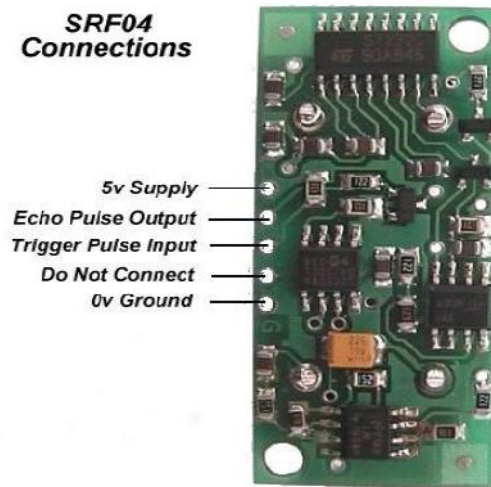
$$\text{Jarak} = \frac{\text{Kecepatan Suara} \times \text{Waktu Pantul}}{2}$$

SRF04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3 cm – 3 m dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu TRIGGER dan ECHO. Untuk mengaktifkan SRF04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin TRIGGER minimal 10 μ s, selanjutnya SRF04 akan mengirimkan pulsa positif melalui pin ECHO selama 100 μ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek.

Spesifikasi dari sensor ultrasonik SRF04 adalah sebagai berikut:

- Dimensi: 43 mm (P) x 20 mm (L) x 17 mm (T).
- Tegangan: 5VDC
- Konsumsi Arus: 30 mA (rata – rata), 50 mA (max)
- Frekuensi Suara: 40 kHz
- Jangkauan Minimum: 3cm
- Jangkauan Maksimum: 3 m
- Sensitivitas: Mampu mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak > 2m
- Input Trigger: 10 μ S minimum, pulsa level TTL
- Pulsa Echo: Sinyal level TTL positif, lebar berbanding proporsional dengan jarak yang dideteksi.

(Ultrasonic range finder SRF04 datasheet)

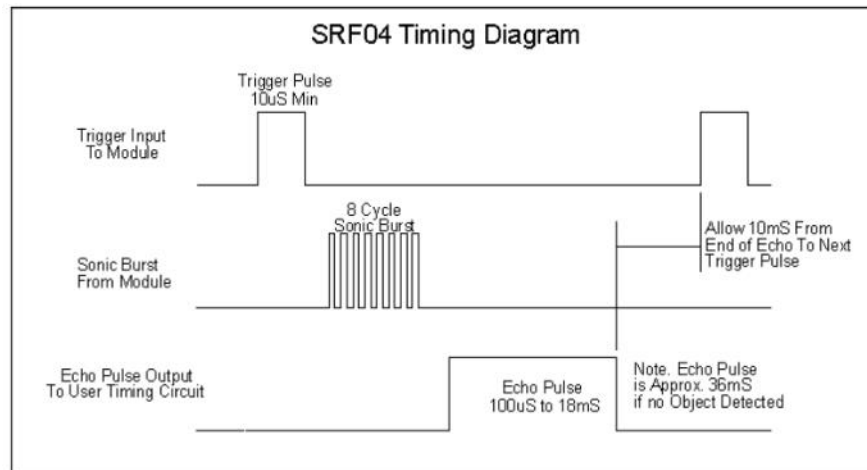


Gambar 2.8 Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik SRF04

(Oktarima, 2013 hal:10)

1.2.3 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik SRF04

Prinsip kerja SRF04 adalah *transmitter* memancarkan seberkas sinyal ultrasonik (40 KHz) yang berbentuk pulsa, kemudian jika di depan SRF04 ada objek padat maka *receiver* akan menerima pantulan sinyal ultrasonik tersebut. *Receiver* akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek di depan sensor dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Timing Diagram Sensor Ultrasonik SRF04

(*Ultrasonic range finder SRF04 datasheet*)

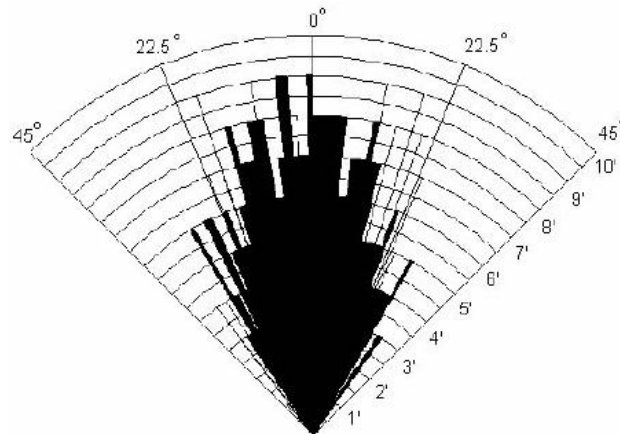
Pin *trigger* dan *echo* dihubungkan ke mikrokontroler. Untuk memulai pengukuran jarak, mikro akan mengeluarkan output high pada pin *trigger* selama minimal 10µS, sinyal high yang masuk tadi akan membuat SRF04 ini mengeluarkan suara ultrasonik. Kemudian ketika bunyi yang dipantulkan kembali ke sensor SRF04, bunyi tadi akan diterima dan membuat keluaran sinyal high pada pin *echo* yang kemudian menjadi input pada mikrokontroler. SRF04 akan memberikan pulsa 100µs - 18ms pada outputnya tergantung pada informasi jarak pantulan objek yang diterima. Lamanya sinyal high dari *echo* inilah yang digunakan untuk menghitung jarak antara sensor SRF04 dengan benda yang memantulkan bunyi yang berada di depan sensor ini.

Untuk menghitung lamanya sinyal high yang diterima mikrokontroler dari pin *echo*, maka digunakan fasilitas timer yang ada pada masing – masing mikrokontroler. Ketika ada perubahan dari low ke high dari pin *echo* maka akan mengaktifkan timer dan ketika ada perubahan dari high ke low dari pin *echo* maka akan mematikan timer. Setelah itu yang diperlukan adalah mengkonversi nilai timer dari yang satuannya dalam detik, menjadi ke dalam satuan jarak (inch/cm) dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Jarak (inch)} = \text{waktu hasil pengukuran (}\mu\text{S)} / 148$$

$$\text{Jarak (cm)} = \text{waktu hasil pengukuran (}\mu\text{S)} / 58$$

Berikut ini adalah data perbandingan antara sudut pantulan dan jarak pada sensor ultrasonik SRF04:



Gambar 2.10 Perbandingan Sudut Pantul Sensor SRF04

(Ultrasonic range finder SRF04 datasheet)

2.2.4 Sensor SRF04 Sebagai Pendeteksi Ketinggian Air

Ultrasonik atau Srf04 merupakan sensor yang berisi transmitter dan receiver ultrasonik, sensor dapat digunakan untuk mengukur jarak. Sensor ini mengukur jarak dengan cara menghitung selisih waktu antara saat pemancaran sinyal dan saat penerimaan sinyal pantul. Seperti diketahui, kecepatan rambat suara diudara adalah 34399,22 cm/detik, berarti untuk merambat sejauh 1 cm suara membutuhkan waktu 29 mikro detik. Misalkan waktu antara pengiriman dan penerimaan sinyal ultrasonik adalah 5800 mikro detik, maka jarak antara sensor dan benda (penghalang) adalah 100 cm, ($2 \times 100 \text{ cm} \times 29 \text{ mikro detik/cm} = 5800 \text{ mikro detik}$).

Pulsa Ultrasonik yang dikirim oleh SRF04 adalah sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz sebanyak 8 periode setiap kali pengiriman. Ketika pulsa mengenai benda penghalang, maka pulsa ini akan dipantulkan kembali dan diterima kembali oleh penerima ultrasonik. Dengan mengukur selang waktu antara saat pulsa dikirim dan pulsa pantul diterima, maka jarak benda penghalang bisa dihitung. Apabila PI (triger pulsa input) diberi logika 1 (high) selama minimal 10 uS maka SRF04 akan memancarkan sinyal ultrasonik, setelah itu pin PO (echo pulsa output) akan berlogika

high selama 100 μ S – 18 mS (tergantung jarak sensor dan penghalang) dan apabila tidak ada penghalang maka PO akan berlogika 1 selama kurang lebih 38 mS. Misalkan lama Echo Pulse adalah T, maka untuk mengetahui jaraknya dapat diketahui dengan cara membagi T dengan 58 (T/58) untuk satuan senti meter dan dibagi dengan 148 (T/148) untuk satuan inchi. Misalkan panjang Echo pulse adalah 5800 mikro detik maka jarak benda adalah 1 meter (5800/58=100 cm=1 meter).

2.2.5 Perhitungan Sensor SRF04

Sensor SRF04 bekerja dengan cara mengeluarkan gelombang ultrasonik dari pin *trigger* selama 10 μ s dan menerima kembali pantulan gelombang ultrasonik melalui pin *echo*. Perbedaan jarak akan mempengaruhi waktu tempuh gelombang pantulan ultrasonik. Perbedaan waktu tempuh tersebut yang akan diubah menjadi satuan jarak, Untuk mencari waktu tempuh menggunakan rumus sebagai berikut.

$$t = \frac{s \times 2}{v}$$

Keterangan:

t = waktu tempuh gelombang (μ s)

s = jarak terhadap objek (cm)

v = kecepatan rambat gelombang (0,0344 cm/ μ s)

(*sumber: Prawioredjo, Kiki dan Nyssa Asteria: 2008*)

Untuk mencari suatu frekuensi (Hz) terhadap jarak sensor ke objek menggunakan rumus sebagai berikut,

$$F = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{S \times 2}{V}$$

Dimana :

F = Frekuensi (Hz)

T = Waktu tempuh gelombang (s)

S = Jarak sensor ke objek (cm)

V = Cepat rambat gelombang (34,4 cm/ms)

2.2.6 Rumus Volume Air

Volume air adalah jumlah ruang penampungan air, volume air biasa menggunakan satuan liter (l). Rumus ini berguna untuk mengetahui volume air didalam tangki saat terisi air.

a. Rumus volume air pada silinder

$$V = \text{Luas alas} \times h$$

$$V = \pi r^2 \times h$$

Keterangan :

V = Volume air (Liter)

h = tinggi (cm)

= 3,14

r = Jari-jari (cm)

2.3 Sensor Proximity (Infrared)

Infrared (IR) detektor atau sensor inframerah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya inframerah (infrared). Infrared merupakan sebuah sensor yang masuk dalam kategori sensor optik. Secara umum seluruh infrared di dunia bekerja optimal pada frekuensi 38,5 KHz. Kurva karakteristik infrared membandingkan antara frekuensi dengan jarak yang dicapainya. Kalau frekuensi di bawah puncak kurva atau lebih dari puncak kurva, maka jarak yang dapat dicapai akan pendek. Ada dua metode utama dalam perancangan pemancar sensor infrared, yaitu:

1. Metode langsung, dimana infrared diberi bias layaknya rangkaian led biasa.

2. Metode dengan pemberian pulsa, mengacu kepada kurva karakteristik infrared tersebut.

Metode pemberian pulsa juga masih rentan terhadap gangguan frekuensi luar, maka kita harus menggunakan teknik modulasi, dimana akan ada dua frekuensi yaitu frekuensi untuk data dan frekuensi untuk pembawa. Dengan teknik ini, maka penerima akan membaca data yang sudah dikirimkan tersebut. Terdapat beberapa komponen yang dapat digunakan untuk penerima, yaitu:

1. Modul penerima jadi, yang dilengkapi dengan filter 38,5 KHz.
2. Fototransistor atau Fotodioda, kita harus membuat rangkaian tambahan misal dengan metode pembagi tegangan.

Untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk mikrokontroler kita membutuhkan keluaran yang diskrit, dimana hanya logika satu atau nol yang dibutuhkan. Kondisi ini harus kita lengkapi dengan rangkaian komparator atau masuk ke transistor sebagai saklar. Kalau kita menggunakan data dengan teknik modulasi maka data yang dikirim harus difilter, berarti kita harus merancang filter yang akan membuang frekuensi tersebut, lalu masuk ke rangkaian buffer atau transistor sehingga keluarannya berupa sinyal diskrit.

Kelebihan infrared dalam pengiriman data:

1. Pengiriman data dengan infrared dapat dilakukan kapan saja, karena pengiriman dengan infrared tidak membutuhkan sinyal.
2. Pengiriman data dengan infrared dapat dikatakan mudah karena termasuk alat yang sederhana.
3. Pengiriman data dari ponsel tidak memakan biaya (gratis).

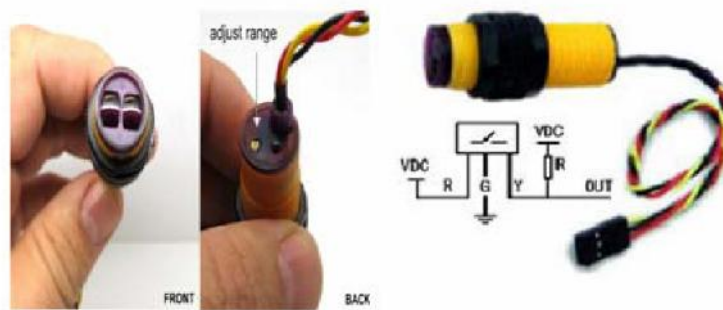
Kelemahan infrared dalam pengiriman data:

1. Pada pengiriman data dengan infrared, kedua lubang infrared harus berhadapan satu sama lain. Hal ini agak menyulitkan kita dalam mentransfer data karena caranya yang merepotkan.

2. Infrared sangat berbahaya bagi mata, sehingga jangan sekalipun sorotan infrared mengenai mata.
3. Pengiriman data dengan infrared dapat dikatakan lebih lambat dibandingkan dengan rekannya Bluetooth.

2.3.1 Sensor Infrared Tipe E18-D80NK

Sensor infrared tipe E18-D80NK adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Bila objek berada di depan sensor dan dapat terjangkau oleh sensor maka output rangkaian sensor akan berlogika “1” atau “high” yang berarti objek “ada”. Sebaliknya jika objek berada pada posisi yang tidak terjangkau oleh sensor maka output rangkaian sensor akan bernilai “0” atau “low” yang berarti objek “tidak ada”.



Gambar 2.11 Sensor Infrared E18-D80NK

Sensor ini memiliki jarak deteksi panjang dan memiliki sensitifitas tinggi terhadap cahaya yang menghalanginya. Sensor ini memiliki penyesuaian untuk mengatur jarak terdeteksi. Sensor ini tidak mengembalikan nilai jarak. Implementasi sinyal IR termodulasi membuat sensor kebal terhadap gangguan yang disebabkan oleh cahaya normal dari sebuah bola lampu atau sinar matahari.

Spesifikasi Sensor Infrared Tipe E18-D80NK:

- Jarak Deteksi: 3 cm sampai 80 cm
- Sumber Cahaya: Infrared
- Dimensi: 18 mm (D) x 45mm (L)

- Panjang Kabel Koneksi: 4.5 cm
- Tegangan Input: 5V DC
- Konsumsi Arus: 100 mA
- Operasi Output: Normally Open (NO)
- Output: NPN

2.4 Sistem Telemetry dengan SMS

SMS merupakan layanan yang banyak diaplikasikan pada layanan komunikasi nirkabel. Data yang dikirimkan berbentuk alfanumerik, yakni kode karakter teks ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) yang dapat dibaca. SMS pertama kali diperkenalkan di benua Eropa pada era tahun 1991 bersamaan dengan teknologi komunikasi tanpa kabel yaitu, *Global System for Mobile Communication* (GSM). Pengiriman SMS pertama kali dilakukan pada bulan Desember 1992 yang dilakukan dari sebuah PC (*Personal Computer*) ke telepon bergerak (*mobile telephone*) dalam jaringan GSM milik Vodafone, Inggris. Dengan segera, perkembangannya merambah benua Amerika yang dipelopori oleh beberapa operator komunikasi antara lain BellSouth Mobility, PrimeCo dan lain-lain. Kini cara mengirimkan SMS bervariasi, ada yang menggunakan AMPS, GSM dan CDMA (*Code Division Multiple Access*).

2.4.1 Perintah AT (*AT Command*)

AT diambil dari kata *Attention*, yang berarti perhatian. Yaitu serangkaian perintah yang dikirimkan melalui komunikasi data serial yang tersedia, dengan awalan string “AT” dan diakhiri dengan pengiriman <CR> (*Carriage Return*) dalam tabel ASCII merupakan pasangan kode <0x0D><0x0A> dalam heksa. Hal ini didasarkan pada spesifikasi yang diberikan pada ITU-T versi 2.5. Hasil akhir dari perintah balasan string “OK” dan “ERROR”.

2.5 Modem GSM Wavecom

Modem GSM *Wavecom* berfungsi sebagai bagian pengirim data. Modem GSM digunakan, karena dapat diakses menggunakan komunikasi data serial dengan baudrate yang dapat disesuaikan mulai dari 9600 sampai dengan 115200. Selain itu, modem GSM ini menggunakan catu daya DC 12 V dan tidak memerlukan tombol ON untuk mengaktifkannya, sehingga sangat cocok untuk digunakan pada sistem yang berjalan secara terus menerus. Berikut adalah gambar dari modem GSM *Wavecom*.



Gambar 2.12 Modem GSM Wavecom

Spesifikasi modem GSM *Wavecom* adalah:

- Dual Band GSM/GPRS 900/1800 MHz;
- GSM/GPRS (cl. 10) Data, SMS, *Voice* dan Fax;
- Open AT: menanamkan program langsung pada modem;
- Keluaran daya maksimum: 2W untuk GSM 900/ 1W untuk GSM 1800;
- Masukan tegangan: 5,5 volt s/d 32 volt;
- Antarmuka *SIMCard* 3volt;
- Dimensi: 73mm x 54,5mm x 25,5 mm;
- Bobot: 80g;
- Suhu operasi: - 25° C s/d 70° C;
- GSM Modem ini, menggunakan *ATCommand* standar sebagai protokolnya. Yaitu Standad ETSI GSM 07.07.

2.6 Komunikasi Serial

Komunikasi data serial sangat berbeda dengan format pemindahan data paralel. Pada komunikasi serial pengiriman bit-bit tidak dilakukan sekaligus melalui saluran paralel, tetapi setiap bit dikirimkan satu persatu melalui saluran tunggal. Dalam pengiriman data secara serial harus ada sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dan penerima agar data yang dikirimkan dapat diterima dengan tepat dan benar oleh penerima. Salah satu mode transmisi dalam komunikasi serial adalah mode *asynchronous*. Transmisi serial mode ini digunakan apabila pengiriman data dilakukan satu karakter tiap pengiriman. Antara satu karakter dengan yang lainnya tidak ada waktu antara yang tetap. Karakter dapat dikirimkan sekaligus ataupun beberapa karakter kemudian berhenti untuk waktu yang tidak tentu, kemudian dikirimkan sisanya. Dengan demikian bit-bit data ini dikirimkan dengan periode yang acak sehingga pada sisi penerima data akan diterima kapan saja. Adapun sinkronisasi yang terjadi pada mode transmisi ini adalah dengan memberikan bit-bit penanda awal dari data dan penanda akhir dari data pada sisi pengirim maupun dari sisi penerima.

Komunikasi serial ialah pengiriman data secara serial (data dikirim satu persatu secara berurutan), sehingga komunikasi serial jauh lebih lambat daripada komunikasi paralel. Serial port lebih sulit ditangani karena peralatan yang dihubungkan ke serial port harus berkomunikasi dengan menggunakan transmisi serial, sedang data di komputer diolah secara paralel. Oleh karena itu data dari dan ke serial port harus dikonversikan ke dan dari bentuk paralel untuk bisa digunakan. Menggunakan hardware, hal ini bisa dilakukan oleh UART(*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*), kelemahannya kita butuh software yang menangani register UART yang cukup rumit dibanding pada paralel port. Kelebihan dari komunikasi serial ialah panjang kabel jauh dibanding paralel, karena serial port mengirimkan logika “1” dengan kisaran tegangan -3 V hingga -25 V dan logika 0 sebagai +3 Volt hingga +25 V sehingga kehilangan daya karena panjangnya kabel bukan masalah utama. Bandingkan dengan port paralel yang menggunakan level TTL berkisar dari 0 V untuk logika 0 dan +5 Volt untuk logika 1. Umumnya sinyal serial diawali dengan start bit,

data bit dan sebagai pengecekan data menggunakan parity bit serta ditutup dengan 2 stop bit. Level tegangan -3 V hingga +3 V dianggap sebagai *undetermined region*.

Format data komunikasi serial terdiri dari parameter-parameter yang dipakai untuk menentukan bentuk data serial yang dikomunikasikan, dimana elemen-elemennya terdiri dari:

- a. Kecepatan mobilisasi data per bit (*baudrate*).
- b. Jumlah bit data per karakter (*data length*).
- c. Parity yang digunakan.
- d. Jumlah stop bit dan start bit.

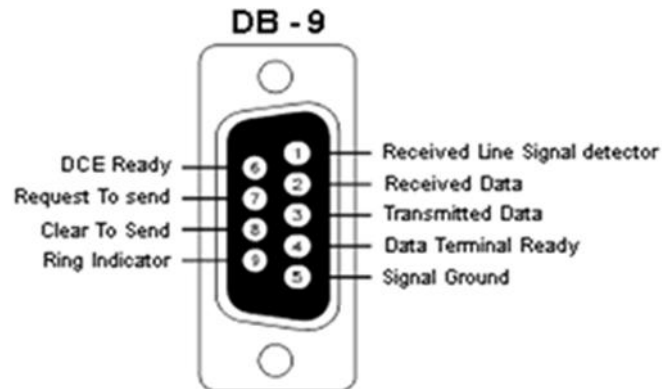
(Robertus Wahyudi. 2011. "JURNAL TEKNO-INTENSIF".5(1):4)

2.6.1 DB9

Peralatan (device) pada komunikasi port serial dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu *Data Communication Equipment* (DCE) dan *Data Terminal Equipment* (DTE). Contoh dari DCE seperti modem, plotter, scanner dan lain – lain sedangkan contoh dari DTE seperti terminal di komputer. Spesifikasi elektronik dari serial port merujuk pada *Electronic Indusrty Association* (EIA), seperti:

- a. Space (logika 0) merupakan tegangan antara +3 hingga +25 V.
- b. Mark (Logika 1) merupakan tegangan antara -3 hingga -25 V.
- c. Daerah antara 3 V hingga -3 V tidak didefinisikan atau tidak terpakai.
- d. Tegangan open circuit tidak boleh melebihi 25 V.
- e. Arus hubungan singkat tidak boleh melebihi 500 mA.

Komunikasi serial membutuhkan port sebagai saluran data. Berikut tampilan port serial DB9 yang umum digunakan sebagai port serial.



Gambar 2.13 Konfigurasi DB9

(http://www.google.com/konfigurasi_db9)

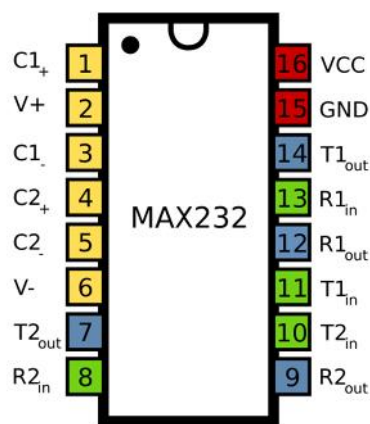
Berikut adalah penjelasan mengenai fungsi dari tiap-tiap pin (kaki) yang ada pada DB9.

1. Pin 1 (Data Carrier Detect) berfungsi untuk mendeteksi boleh atau tidaknya DTE menerima data.
2. Pin 2 (Receive Data) berfungsi sebagai jalur penerimaan data dari DCE ke DTE.
3. Pin 3 (Transmitted Data) berfungsi sebagai jalur pengiriman data dari DTE ke DCE.
4. Pin 4 (Data Terminal Ready) berfungsi untuk memberitahu kesiapan terminal DTE.
5. Pin 5 (Ground) berfungsi sebagai saluran.
6. Pin 6 (Data Set Ready) berfungsi untuk menyatakan bahwa status data tersambung pada DCE.
7. Pin 7 (Request To Send) berfungsi untuk mengirim sinyal informasi dari DTE ke DCE bahwa akan ada data yang akan dikirim.
8. Pin 8 (Clear To Send) berfungsi untuk memberitahu pada DTE bahwa DCE siap untuk menerima data.
9. Pin 9 (Ring Indicator) berfungsi untuk memberitahu DTE bahwa ada terminal yang menginginkan komunikasi dengan DCE.

2.6.2 IC MAX232

Komunikasi serial membutuhkan port sebagai saluran data. Pengiriman data serial pada komputer menggunakan standar RS232, sedangkan mikrokontroler menggunakan standar TTL. Agar keduanya dapat berinteraksi, maka diperlukan rangkaian antarmuka sehingga perangkat – perangkat dapat saling berhubungan. Rangkaian antarmuka yang akan digunakan adalah rangkaian antarmuka pengubah standar RS232 ke standar TTL, yaitu dengan menggunakan IC MAX232.

IC MAX 232 ialah IC yang umum digunakan sebagai RS232 Converter. MAX232 adalah sebuah sirkuit terpadu yang mengubah sinyal dari port serial RS- 232 untuk sinyal yang sesuai yang digunakan pada sirkuit TTL logika digital yang kompatibel. MAX232 adalah driver ganda penerima atau receiver dan biasanya mengubah sinyal RX, TX, CTS dan RTS. MAX232 mencakup tegangan generator yang berkapasitas yang digunakan untuk menyuplai input dari hardware pada tegangan 5 V. MAX 232 memiliki ambang khas dari 1,3 V, histeresis khas 0,5 V, dan dapat menerima input ± 30 V.



Gambar 2.14 Konfigurasi IC MAX232

(*en.wikibooks.org*)

2.6.3 Konfigurasi Null Modem

Untuk implementasi prinsip kerja pada port serial RS232 kita ambil contoh pada koneksi sebuah modem. Konfigurasi Null Modem digunakan untuk menghubungkan dua DTE dengan diagram pengkabelan yang dapat dilihat pada gambar dibawah. Dalam hal ini hanya dibutuhkan tiga kabel antar DTE, yakni untuk TxD, RxD dan Gnd. Cara kerjanya adalah bagaimana membuat komputer agar berpikir bahwa computer berkomunikasi dengan modem (DCE) bukan dengan komputer lainnya.

Untuk mengetahui nomor-nomor pin ini bisa dilihat pada konektornya langsung. Seperti Gambar 2.15 berikut ini.

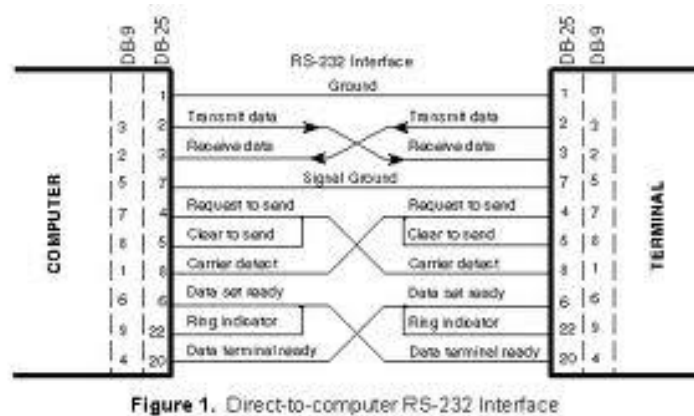


Figure 1. Direct-to-computer RS-232 Interface

Gambar 2.15 Koneksi RS232 ke PC

Pada gambar diatas terlihat bahwa kaki DTR (Data Terminal Ready) dihubungkan ke DSR (Data Set Ready) dan juga ke CD (Carrier Detect) pada masing masing komputer, sehingga pada saat sinyal DTR diaktifkan maka sinyal DSR dan CD juga ikut aktif (konsep Modem Semu atau Virtual Modem). Karena computer dalam hal ini melakukan pengiriman data dengan kecepatan yang sama, maka kontrol aliran (flow control) belum dibutuhkan sehingga RTS (Request To Send) dan CTS (Clear to Send) pada masing-masing komputer saling dihubungkan.

2.6.4 Transmisi Data pada RS232

Komunikasi pada RS-232 dengan PC adalah komunikasi asinkron. Dimana sinyal clocknya tidak dikirim bersamaan dengan data. Masing-masing data disinkronkan menggunakan clock internal pada tiap-tiap sisinya. Gambar 2 format transmisi satu

byte pada RS232 data yang ditransmisikan pada format diatas adalah 8 bit, sebagai pentransmisi sebelum data tersebut ditransmisikan maka akan diawali oleh start bit dengan logik 0 (0 Volt) dan kemudian 8 bit data tersebut bergerak menuju komunikasi dan diakhiri oleh satu stop bit dengan logik 1 (5 Volt). Contoh konfigurasi pin RS232.

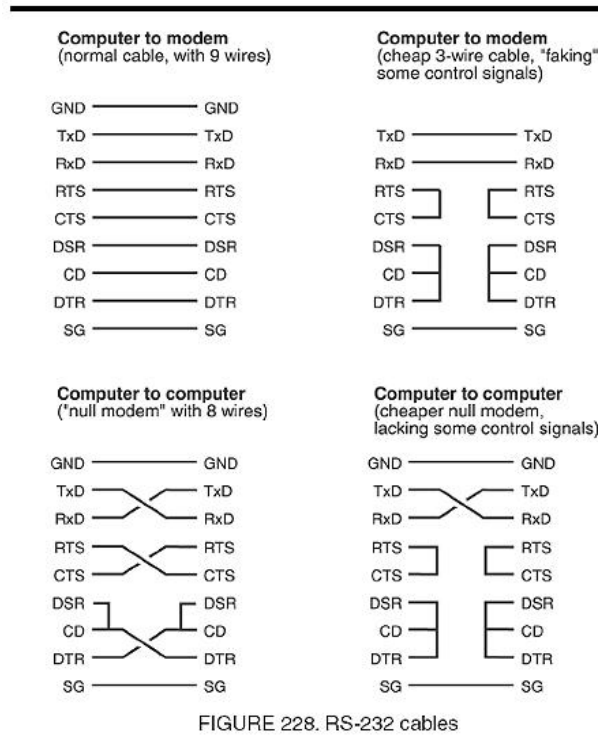


FIGURE 228. RS-232 cables

Gambar 2.16 Koneksi RS232

(http://www.google.com/koneksi_rs232)

2.7 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) didekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk

menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik.

Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang diparalel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen disekitarnya.

Konfigurasi dari kontak-kontak relay ada tiga jenis, yaitu:

- Normally Open (NO), apabila kontak-kontak tertutup saat relay dicatu.
- Normally Closed (NC), apabila kontak-kontak terbuka saat relay dicatu.
- Change Over (CO), relay mempunyai kontak tengah yang normal tertutup, tetapi ketika relay dicatu kontak tengah tersebut akan membuat hubungan dengan kontak-kontak yang lain.

Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya relay difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. Relay jenis lain ada yang namanya reedswitch atau relay lidi. Relay jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililit kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel

sehingga menjadi saklar yang on. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (off).



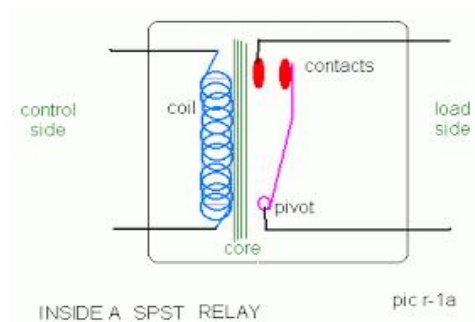
Gambar 2.17 Relay

2.7.1 Prinsip Kerja Relay

Relay terdiri dari Coil & Contact. Coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil. Ada beberapa jenis relay berdasarkan prinsip kerjanya, yaitu:

1. Normally On: Kondisi awal kontaktor tertutup (On) dan akan terbuka (Off) jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (coil) relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normally Close (NC).
2. Normally Off: Kondisi awal kontaktor terbuka (Off) dan akan tertutup jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (coil) relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normally Open (NO).
3. Change-Over (CO) atau Double-Throw (DT): Relay jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu Normally Open (NO) dan Normally Close (NC).

Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay yaitu ketika Coil mendapat energi listrik (energized), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas dan contact akan menutup seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Prinsip Kerja Relay

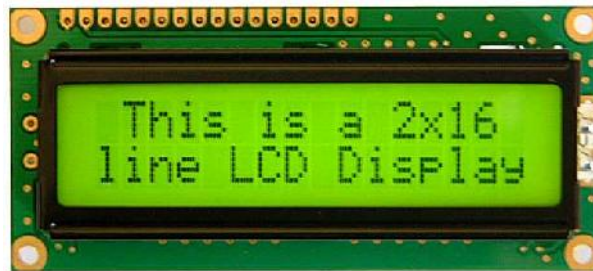
2.8 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD sekarang semakin banyak digunakan, dari yang berukuran kecil, seperti LCD pada sebuah MP3 player sampai yang berukuran besar seperti monitor PC atau televisi. Warna yang dapat ditampilkan bisa bermacam-macam, dari yang 1 warna (*monochrome*) sampai yang 65.000 warna. Pola (*pattern*) LCD juga bisa bervariasi, dari pola yang membentuk display 7 segmen (misalnya LCD yang dipakai untuk jam tangan) sampai LCD yang bisa menampilkan karakter/teks dan LCD yang bisa menampilkan gambar.

Pada LCD yang bisa menampilkan karakter (LCD karakter) dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik), diperlukan memori untuk membangkitkan gambar CGROM (*Character Generator ROM*) dan juga RAM untuk menyimpan data (teks atau gambar) yang sedang ditampilkan (DDRAM atau *Display Data RAM*). Diperlukan pula pengendali (*controller*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler.

LCD karakter adalah LCD yang bisa menampilkan karakter ASCII dengan format dot matriks. LCD jenis ini bisa dibuat dengan berbagai ukuran, 1 sampai 4 baris, 16 sampai 40 karakter per baris dan dengan ukuran font 5x7 atau 5x10. LCD ini biasanya dirakit dengan sebuah PCB yang berisi pembangkit karakter dan IC pengendali serta driver-nya. Walaupun ukuran LCD berbeda-beda, tetapi IC pengendali yang digunakan biasanya sama sehingga protokol komunikasi dengan IC juga sama. Antarmuka yang digunakan sesuai dengan level digital TTL (*Transistor-transistor*

logic) dengan lebar bus data yang bisa dipilih 4 bit atau 8 bit. Pada bus data 4 bit komunikasi akan 2 kali lebih lama karena data atau perintah akan dikirimkan 2 kali, tetapi karena mikrokontroler sangat cepat, hal ini tidak akan menjadi masalah. Penggunaan bus data 4 bit akan menghemat pemakaian port mikrokontroler. Semua fungsi display diatur oleh instruksi-instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikrokontroler. LCD tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter.



Gambar 2.19 Bentuk Fisik LCD 16x2

2.8.1 Fitur LCD 16 x 2

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4bit dan 8bit.
- e. Dilengkapi dengan *backlight*.

2.8.2 Rangkaian Antarmuka LCD

Umumnya, sebuah LCD karakter akan mempunyai 14 pin untuk mengendalikannya. Pin-pin terdiri atas 2 pin catu daya (V_{cc} dan V_{ss}), 1 pin untuk mengatur kontras LCD (V_{ee}), 3 pin kendali (RS, R/W dan E), 8 pin data (DB0 - DB7). Pada LCD yang mempunyai *backlight*, disediakan 2 pin untuk memberikan tegangan

ke dioda *backlight* (disimbolkan dengan A dan K). Tabel 2.5 memperlihatkan pin-pin LCD dan fungsinya.

No	Nama	Fungsi	Keterangan
1	Vss	Catu daya (0 V atau GND)	
2	Vcc	Catu daya +5 V	
3	Vee	Tegangan LCD	
4	RS	<i>Register Select</i> , untuk memilih mengirim perintah atau data (Input)	“0” memilih register perintah dan “1” register data
5	R/W	<i>Read/Write</i> , pin untuk pengendali baca atau tulis (Input)	“0” untuk proses tulis dan “1” untuk proses baca, dalam banyak aplikasi tidak ada proses pembacaan data dari LCD, sehingga R/W bisa langsung dihubungkan ke GND
6	E	<i>Enable</i> , untuk mengaktifkan LCD untuk memulai operasi baca tulis	Pulsa:Rendah–Tinggi – Rendah
7 – 14	DB0 – DB7	Bus data (Input/Output)	Pada operasi 4 bit hanya DB4 - DB7 yang digunakan, yang lain dihubungkan ke GND. DB7 dapat digunakan sebagai bit status sibuk (<i>busy flag</i>)
15	V+	4,2 V	
16	V-	GND	

Tabel 2.5 Keterangan pin LCD

2.9 Pompa Air Mini (Pompa Aquarium)

Pompa udara untuk akuarium adalah alat untuk memasukkan udara ke dalam air akuarium melalui difuser, sehingga udara terpecah menjadi gelembung- gelembung kecil, memperkaya kandungan oksigen air.

Alat ini terbuat dari logam. Bentuknya seperti kotak segi empat yang bagian dasarnya menonjol ke depan. Pada bagian belakangnya terpasang kabel listrik. Bila alat ini digunakan, kabel listrik itu dihubungkan dengan sumber listrik. Di tengah-tengah sisi depannya terdapat sebuah roda yang terbuat dari plat logam bundar. Bila dihubungkan dengan arus listrik, roda akan berputar dan menggerakkan pompa yang terletak disampingnya. Di depan pompa terdapat dua buah pipa logam. Pipa yang satu gunanya untuk mengisap udara dan yang lainnya untuk mengeluarkan udara ketika pompa bekerja.



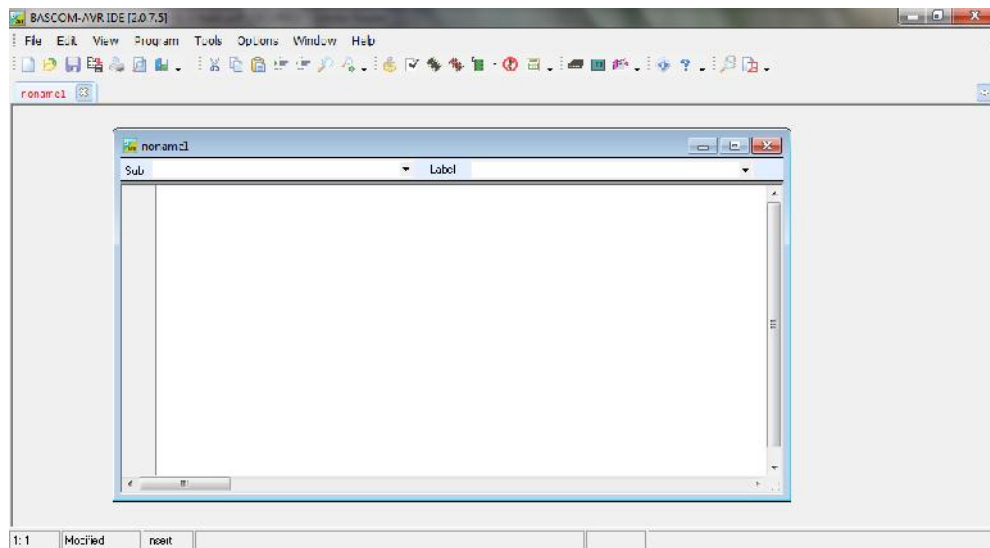
Gambar 2.20 Pompa Air Mini

2.10 Bahasa Program Basic Compiler AVR (BASCOM-AVR)

Sebuah mikrokontroler dapat bekerja bila didalam mikrokontroler tersebut terdapat sebuah program yang berisikan instruksi-instruksi yang akan digunakan untuk menjalankan sistem mikrokontroler tersebut. Pada prinsipnya program pada mikrokontroler dijalankan secara bertahap. Maksudnya, pada program itu sendiri



terdapat beberapa set instruksi yang mana tiap instruksi itu dijalankan secara bertahap atau berurutan.










BASCOM-AVR adalah program basic compiler berbasis windows untuk mikrokontroler keluarga AVR seperti ATmega8535 dan yang lainnya. BASCOM-AVR merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi yaitu BASIC (*Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code*) yang dikembangkan dan dikeluarkan oleh MCS Elektronik sehingga dapat dengan mudah dimengerti/diterjemahkan. Interface dari BASCOM-AVR dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.21 Interface BASCOM-AVR

Keterangan lengkap *icon-icon* dari program BASCOM-AVR dapat dilihat pada Tabel 2.6.

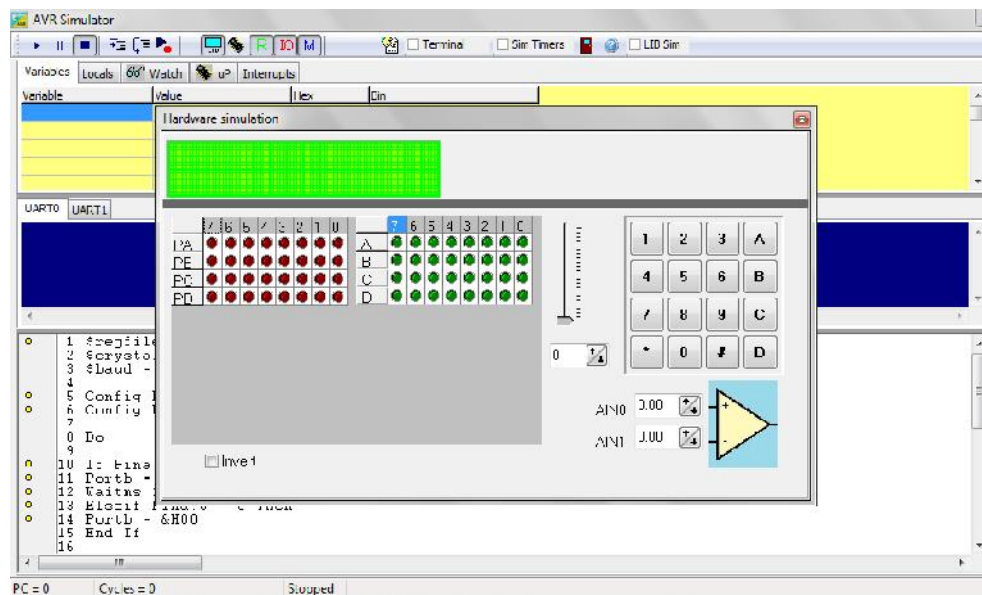
<i>Icon</i>	Nama	Fungsi	<i>Shortcut</i>
	New File	Membuat file baru	Ctrl+N
	Open File	Membuka file	Ctrl+O

	Save File	Menyimpan file	Ctrl+S
	Save As	Menyimpan file dengan nama yang lain	
	Print Preview	Melihat tampilan sebelum dicetak	
	Print	Mencetak dokumen	Ctrl+P
	Exit	Keluar dari program	
	Compile Program	Mengcompile program yang telah dibuat	F7
	Simulate Program	Mensimulasikan program	F2
	Check Syntax	Memeriksa kesalahan instruksi	Ctrl+F7
	Show Result	Menampilkan hasil compile program	Ctrl+W

Tabel 2.6 Fungsi *Icon-icon* pada BASCOM-AVR





2.10.1 Program Simulasi BASCOM-AVR

Basic compiler menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Tampilan program simulasi adalah sebagai berikut:



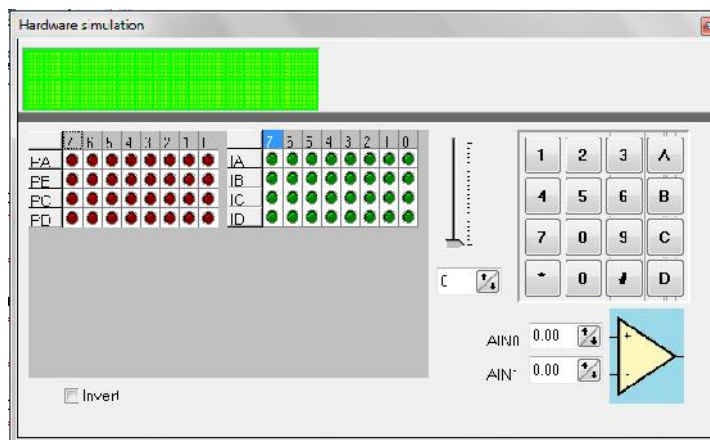
Gambar 2.22 Interface Simulasi BASCOM-AVR

Layar biru ditengah merupakan simulasi layar komputer ketika menggunakan perintah PRINT atau INPUT. Untuk melihat perubahan variabel yang digunakan dalam program, ketik nama variabel yang digunakan pada kolom variabel, ketika program dijalankan maka setiap perubahan variabel akan ditampilkan. Bagian lainnya adalah nilai dari register-register akan ditampilkan ketika simulasi dijalankan. Keterangan *icon-icon* program simulasi dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Icon	Nama	Fungsi
	Run Program	Memulai simulasi
	Pause Program	Menahan proses simulasi
	Stop Program	Menghentikan simulasi
	Show Hardware Emulation	Menampilkan perubahan data pada setiap port atau ketika kita ingin memberikan input pada pin-pin tertentu dari mikrokontroler

Tabel 2.7 Fungsi *Icon-icon* pada Program Simulasi

Dengan menekan tombol-tombol interrupt diatas, misalnya INT0 maka program simulasi akan mendeteksi adanya interrupt 0, dengan catatan interrupt 0- nya harus diaktifkan terlebih dahulu.



Gambar 2.23 Jendela Simulasi LCD

Bagian yang di atas mensimulasikan perintah-perintah yang berhubungan dengan LCD, sedangkan deretan LED yang di bawah menunjukkan kondisi dari masing-masing port yang dihubungkan secara common ground. Jika kita menggunakan hardware common anoda maka tanda checklist kita hilangkan. Untuk memberikan input pada pin-pin tertentu kita tinggal menekan LED yang kita inginkan, program simulasi ini akan melakukan program sedang disimulasikan. Misalkan kita menggunakan Port P1.7 sebagai input maka LED pada kolom 7 dan baris P1 kita tekan ketika program telah dijalankan.

2.10.2 Karakter dalam BASCOM (Basic Compiler)

Dalam program BASCOM ini karakter dasarnya terdiri atas karakter alphabet (A-Z dan a-z), karakter numeric (0-9) dan karakter Special. Adapun karakter Spesial dapat dilihat pada Tabel 2.8 dibawah ini:

Karakter	Nama
	Blank atau spasi
'	Apostrophe
*	Asterika (simbol perkalian)
+	Plus sign
,	Comma
-	Minus sign
.	Period (decimal point)
/	Slash (devision simbol)
:	Colon
“	Double quotation mark

;	Semicolon
<	Less than
=	Equal sign

Tabel 2.8 Fungsi *Icon-icon* pada Program Simulasi

2.10.3 Tipe Data

Setiap variabel dalam BASCOM-AVR memiliki tipe data yang menunjukkan dayatampung variabel tersebut, hal ini berhubungan dengan penggunaan memori darimikrokontroler. Berikut ini adalah tipe data pada BASCOM berikut keterangannya.

Tipe Data	Ukuran (Byte)	Range
Bit	1/8	–
Byte	1	0 – 255
Integer	2	-32,768 - +32,767
Word	2	0 – 65535
Long	4	-2147483648 - +2147483647
Single	4	–
String	s/d 254 byte	–

Tabel 2.9 Tipe Data Basic Compiler

2.10.4 Operasi-operasi dalam BASCOM (Basic Compiler)

- Operator Aritmatika

Digunakan dalam perhitungan, yang termasuk operator aritmatika ialah + (Tambah), - (Kurang), / (Bagi) dan * (Kali).

- Operator Logika

Digunakan untuk menguji sebuah kondisi atau memanipulasi bit dan operasi Boolean. Dalam BASCOM ada empat buah operator logika yaitu AND, OR, NOT dan XOR. Operator logika ini juga biasa digunakan untuk menguji sebuah byte dengan polabit tertentu, sebagai berikut:

Dim A As Byte

A = 63 And 19

Print A

A = 10 Or 9

- Operator Fungsi

Digunakan untuk melengkapi operator yang sederhana.

- Operator Relasi

Digunakan untuk membandingkan nilai sebuah angka, hasilnya dapat digunakan untuk membuat sebuah keputusan sesuai dengan program yang dibuat, yang termasuk operator relasi dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Operator	Realasi	Pernyataan
=	Sama Dengan	$X = Y$
\neq	Tidak Sama Dengan	$X \neq Y$
<	Lebih Kecil Dari	$X < Y$
>	Lebih Besar Dari	$X > Y$
\leq	Lebih Kecil atau Sama Dengan	$X \leq Y$
\geq	Lebih Besar atau Sama Dengan	$X \geq Y$

Tabel 2.10 Operator Relasi

2.10.5 Kontrol Program

1. If-Then

Dengan pernyataan ini kita dapat mengetes sebuah kondisi tertentu dan kemudian menentukan tindakan yang sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Sintak penulisannya adalah sebagai berikut:

IF<syarat Kondisi>**THEN**<Pernyataan>

Sintak diatas digunakan jika hanya ada satu kondisi yang diuji dan hanya melakukan satu tindakan. Jika melakukan lebih dari satu tindakan maka sintaknya adalah:

IF<syarat kondisi>**THEN**

<pernyataan ke-1>

<pernyataan ke-2>

.

.

<pernyataan ke-n>

Jika ada 2 kondisi atau lebih yang akan diuji maka sintaknya menjadi:

IF<syarat kondisi 1>**THEN**

END SELECT

3 Do-Loop

Perintah ini digunakan untuk mengulangi sebuah blok pernyataan terus menerus. Untuk membatasi perulangannya dapat ditambahkan sebuah syarat kondisi agar perulangan berhenti dan perintahnya menjadi Do..loop until. Sintaknya sebagai berikut:

Do

<blok pernyataan>

Loop

Yang menggunakan perintah **Do..Loop Until**

Do

<blok pernyataan>

Loop Until<syarat kondisi>

4 Gosub

Gosub merupakan pernyataan untuk melompat ke sebuah label dan akan menjalankan program yang ada dalam sub rutin tersebut sampai menemui perintah Return. Perintah Return akan mengembalikan program ke titik setelah perintah Gosub. Sintaknya sebagai berikut:

Print “coba rutin”

GOSUB cabang

Print "Hello"

END

Cabang: $x = x + 2$

PRINT X

RETURN

Program di atas pertama akan melakukan perintah Print “coba rutin” setelah itu akan melompat ke sub rutin cabang dan melakukan proses matematika dan Print X, setelah itu program akan kembali lagi ke titik semula dan melakukan perintah Print “Hello”.

5 Goto

Perintah ini digunakan untuk melakukan percabangan, perbedaannya dengan Gosub ialah perintah Goto tidak memerlukan perintah return sehingga programnya tidak akan kembali lagi ke titik dimana perintah Goto itu berada.

Berikut ini sintak perintah GOTO:

GOTO label

Panjang label maksimal ialah 32 karakter.